



Турбіни теплових та атомних електростанцій-2 Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалавр)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	142 «Енергетичне машинобудування», 143 «Атомна енергетика», 144 «Теплоенергетика»
Освітня програма	«Теплоенергетика»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна, вечірня), заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5к (150)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Лабораторні заняття, МКР, екзамен
Розклад занять	Згідно rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д. т. н., проф., Черноусенко Ольга Юріївна, 050-413-40-50, chernousenko20a@gmail.com Практичні / Семінарські: Черноусенко Ольга Юріївна, 050-413-40-50, chernousenko20a@gmail.com Лабораторні: не заплановано
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Campus KPI) https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Кредитний модуль «Турбіни ТЕС та АЕС-2» входить до складу дисципліни «Турбіни ТЕС та АЕС» (код П-05), є її першою складовою в підготовці бакалаврів напряму «Теплоенергетика». Зазначений кредитний модуль включений до обов'язкової частини бакалаврської підготовки («ІІ. 1. Навчальні дисципліни професійної підготовки»). У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 3 курсі. Дисципліни, що її забезпечують, є «Фізика», «Технічна механіка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін» і «Технічна термодинаміка». Кредитний модуль «Турбіни ТЕС та АЕС-1» забезпечує освоєння наступних дисциплін «Турбіни ТЕС та АЕС-2», виконання курсового проекту «Турбіни ТЕС та АЕС-3».

В кредитному модулі " Турбіни ТЕС та АЕС-2" розглядаються основи теорії сталого режиму роботи парових турбін, теплові схеми і тепломеханічне обладнання паротурбінних установок (ПТУ) для теплових електростанцій та засоби підвищення їх ефективності і маневреності.

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів наступних компетентностей.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)	
ФК 1	- Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі;
ФК 2	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін;

ФК 8	Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі;
ФК 12	Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі;
ФК 15	Здатність розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати ефективність і загальну економічність використання різних видів ВЕР, нетрадиційних джерел енергії, об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання;
7 – Програмні результати навчання	
ПРН 2	Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.
ПРН 4	Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
ПРН 5	Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
ПРН 7	Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.
ПРН 9	Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.
ПРН 10	Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.
ПРН 11	Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.
ПРН 12	Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
ПРН 13	Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН 14	Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
ПРН 15	Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вимоги до початку вивчення - базові та спеціальні знання на рівні випускник середньої школи, молодший спеціаліст теплоенергетика, енергетичного машинобудування, атомної енергетики: основні поняття та терміни.

Забезпечується: професійними та вибірковими дисциплінами ОП бакалавра теплоенергетики.

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 3 курсі. Дисципліни, що її забезпечують, є «Фізика», «Технічна механіка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін» і «Технічна термодинаміка». Кредитний модуль «Турбіни ТЕС та АЕС-1» забезпечує освоєння наступних дисциплін «Турбіни ТЕС та АЕС-2», виконання курсового проєкту «Турбіни ТЕС та АЕС-3».

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 2.

Розділ 2. Змінний режим роботи парових турбін.

Тема 2.1. Змінний режим роботи турбін.

Робота турбінного ступеню на не розрахунковому режимі. Ступінь реактивності турбінного ступені та витрата пари крізь ступінь. ККД ступені на змінюванні режиму її роботи. Розподіл тисків та тепло перепадів по ступенях турбіни на змінному режимі роботи. Тепловий процес турбіни при змінному режимі роботи та різних системах паророзподілення. Вплив відхилення початкових параметрів пари та температури проміжного перегріву на потужність турбіни. Вплив кінцевого тиску пари на потужність турбіни.

Тема 2.2. Турбіни комбінованого виробітку енергії.

Турбіни з протитиском. Турбіни з одним регульованим відбором пару. Турбіни з протитиском та регульованим відбором пару. Турбіни з двома регульованими відборами пару. Турбіни з двома опалювальними відборами пару.

Тема 2.3. Парові турбіни АЕС.

Особливості робочого процесу волого-парових турбін. Вибір основних параметрів турбоустановок (параметрів системи зовнішньої сепарації та проміжного перегріву пари, початкових параметрів пару та температури питної води). Особливості конструкції турбін АЕС та їх окремих елементів. Вимоги до якості металу основних деталей турбін АЕС. Способи зменшення вологості. Принципові схеми, основні характеристики АЕС (К-220-44, К-500-65/3000, К-500-65/1500, К-1000-60/1500).

Розділ 3. Автоматичне регулювання парових турбін.

Тема 3.1. Регулювання парових турбін.

Задачі регулювання. Принципова схема непрямого регулювання. Кількісне (соплове), якісне (дросельне) регулювання турбін. Регулюючі клапани. Регулятори швидкості. Регулятори тиску. Сервомотори. Степінь нерівномірності та степінь нечутливості системи регулювання. Статична характеристика регулювання. Діаграма 4-х квадрантів. Паралельна робота турбогенераторів. Динамічна характеристика регулювання. Гідродинамічні системи регулювання. Обвідне регулювання (внутрішнє та зовнішнє), призначення, принцип дії, особливості. Електрогідравлічні САР. Конструктивні схеми регулювання турбін КТЗ, ЛМЗ, ХТЗ, ТМЗ та їх особливості.

Тема 3.2. Захист парових турбін.

Захист турбін (від підвищення частоти обертів, осьового зсуву, погіршення вакууму в конденсаторі та інші). Системи масло постачання. Схеми масло постачання турбін. Конструктивні елементи систем масло постачання.

Розділ 4. Конденсаційні установки парових турбін.

Тема 4.1. Принципова схема конденсаційної установки та розрахунок конденсатора.

Схема конденсаційної установки та її елементи. Тепловий процес в конденсаторі. Паровий опір конденсатора. Переохолодження конденсату. Основи теплового розрахунку конденсатора. Водяна та повітряна щільність конденсату.

Тема 4.2. Конструктивні особливості конденсаційної установки

Конструкція конденсаторів. Повітряні, конденсатні та циркуляційні насоси. Питання експлуатації конденсаційних установок.

Розділ 5. Конструкція та розрахунки на міцність парових турбін.

Тема 5.1. Конструкція сучасних парових турбін

Основні принципи конструювання. Конструкція сучасних парових турбін.

Тема 5.2. Конструкція та розрахунки на міцність основних елементів ротора турбін.

Конструкція робочих лопаток парових турбін та розрахунки їх на міцність (визначення розтягуючих та згинаючих напружень). Визначення моменту інерції профілю лопатки (аналітичний метод Сімпсона та графоаналітичний метод). Розрахунки на міцність лопаткових хвостовиків (Т-образного, відельчатого типу). Розрахунок робочих лопаток на вібрацію. Конструкція та розрахунок на міцність дисків парових турбін (диск незмінної товщини зі ступицею, диск конічного профілю). Метод розрахунків дисків. Розрахунок на міцність валів парових турбін. Розрахунок вала на критичну частоту обертів. Матеріали, які застосовуються для вироблення робочих лопаток, дисків, валів парових турбін.

Тема 5.3. Конструкція та розрахунки на міцність основних елементів статора турбін.

Міцність корпусів турбін. Розрахунок на міцність діафрагм (сталевих зварювальних, чавунних з замінними сталевими лопатками). Матеріали, які застосовуються для вироблення корпусів, діафрагм парових турбін.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 2, Ротор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету. / О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Т.В.Никуленкова // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 12/13-042 від 18.10.2012 р., протокол №2, 2012 – 85 с.
2. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 1, Статор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету/ О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Р.І Гудов // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 10/11-081 від 02.12.2010 р., протокол №3, 2010 – 150 с.
3. Черноусенко О.Ю. Оцінка залишкового ресурсу та подовження експлуатації парових турбін великої потужності (частина 3) Монографія для науковців та докторів філософії за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» / О. Ю. Черноусенко, Д. В. Риндюк, В. А. Пешко // К.: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2020. – 318 с. (умов. друк. арк. 18.1), затверджено Вченою Радою НТУУ «КПІ», протокол №7 від 09.11.2020 р.
4. Черноусенко О.Ю. Навчальний посібник Атомні і теплові електричні станції: Курс лекцій [Електронний ресурс] для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» спеціалізації «Теплові електричні станції та установки» / О.Ю.Черноусенко// - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 323 с. Навчальний посібник з грифом НТУУ КПІ. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2020 р.) за поданням Вченої ради теплоенергетичного факультету (протокол № 7 від 27.01.2020 р.).
5. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. МПЕ.ГКД 34.20.507-2018.
6. Olga Chernousenko. Analysis of residual operational resource of high-temperature elements in power and industrial equipment / Olga Chernousenko, Leonid Butovsky, Dmitro Rindyuk, Olena Granovska, Oleg Moroz // "Eastern-European Journal of Enterprise Technologies" - Energy-saving technologies and equipment - VOL 1, - NO 8 (85) - (2017) - pp. 20-26 ISSN (print) 1729-3774, ISSN (on-line) 1729-4061. <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.92459> (Scopus).
7. V. Peshko, O. Chernousenko, T. Nikulenkova, A. Nikulenkova. Comprehensive rotor service life study for high & intermediate pressure cylinders of high power steam turbines// Propulsion and Power Research – China: National Laboratory for Aeronautics and Astronautics, 2016 – Volume 5, Issue 4 – pp. 302-309. <http://www.journals.elsevier.com/propulsion-and-power-research>, <http://www.elsevier.com/solution/scopus/content>, <http://www.sciencedirect.com/science/journals/p>. (Scopus).
8. The Strain-Stress State of K-1000-60/3000 Turbine Rotor for Typical Operating Modes / Olga Chernousenko, Dmitro Victorovich Rindyuk, Vitaliy Anatoliyovich Peshko // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування - Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Power and Heat Engineering Processes and Equipment.: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». — Харків : НТУ «ХПІ», 2019. — № 3(2019). — С. 4-10 — ; Url - ISSN 2078-774X. С.4-10; DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2019.03.01>.

Допоміжна:

1. Костюк А.Г. Парові та газові турбіни для електростанцій. Підручник для вузів. / А.Г. Костюк, В.В.Фролов, А.Е.Булкін, А.Д.Трухний - М: Видавничий дім МЕТ, 2008, 556 с. (на рос. мові).
2. Шубенко Л.А. Совершенствование термогазодинамических характеристик проточных частей мощных паровых турбин. / Л.А.Шубенко, В.Л.Швецов В.Л., В.Н.Голощапов, В.Г. Солодов, С.В. Алехина –Х.: Цифрова друкарня №1, 2013.- 172.
2. Щегляев А.В. Парові турбіни: 6-е видання в 2-х томах / А.В. Щегляев - М., Энергоиздат, 1993 р., 416с. (на рос. мові)
3. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. / А.Д. Трухний - М., Энергоиздат, 1990р., 640с. (на рос. мові).
4. Костюк А.Г. Парові та газові турбіни. Підручник для вузів. / А.Г.Костюк, В.В. Фролов - М: Энергоатомиздат, 1985, 352 с. (на рос. мові).
5. Саранцев К.Б. Регулирование та автоматизация турбин. / К.Б.Саранцев, В.М. Ремизов, К.А. Тельнов - Л., Машиностроение, 1970р., 247с. (на рос. мові).

6. Косяк Ю.Ф. Паротурбінні установки атомних електростанцій. / Ю.Ф. Косяк - М., Енергія, 1978р., 312с. (на рос. мові).

7. Трояновський Б.М. Парові та газові турбіни атомних електростанцій. / Б.М. Трояновський, Г.А. Філіпов, А.Є. Булкін - М., Енергоатомвидат, 1985р., 256с. (на рос. мові).

Інформаційні ресурси:

39. Сайт МПЕ України - www.mpe.kmu.gov.ua

40. Сайт Бібліотека електронних книг - <http://book-gu.ru/2013/03/turbiny-2/>

41. Сайт ВАТ «Турбоатом» - <http://www.turboatom.com.ua/press/news/1637.html>

42. Сайт НАЕК «Енергоатом» - <http://www.energoatom.kiev.ua/>

43. Сайт НАЕК «Енергетична компанія України» - <http://www.ecu.gov.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	2
1	Тема 1.3. Багатоступеневі парові турбіни. Тема 1.3. Багатоступеневі парові турбіни. Лекція 1. Ущільнення багатоступеневих парових турбін. Осеві зусилля та засоби їх врівноваження. Література: [1] с. 168-172; [2] с. 54-64; [4] с. 109-112.
2	Лекція 2. Ерозія деталей парових турбін. Сепарація вологи в турбіні. Література: [1] с. 154-158; [2] с. 54-64; [4] с. 112-117.
3	Тема 2.1. Змінний режим роботи турбін. Лекція 3. Робота турбінного ступеню при не розрахунковому режимі. Ступінь реактивності турбінного ступеня та витрата пари крізь ступінь. ККД ступеня при змінюванні режиму її роботи. Література: [1] с. 211-224; [4] с. 147-152
4	Лекція 4. Розподіл тисків та тепло перепадів по ступенях турбіни при змінному режимі роботи. Література: [1] с. 231-236; [4] с. 152-154
5	Лекція 5. Тепловий процес турбіни при змінному режимі роботи та різних системах паророзподілення. Соплове паророзподілення. Дросельне та обводне паророзподілення. Література: [1] с. 254-262; [4] с. 154-169
6	Тема 2.2. Вплив параметрів пари на потужність при змінному режимі роботи турбін. Лекція 6. Вплив відхилення початкових параметрів пари та температури промперегріву на потужність турбіни. Вплив кінцевого тиску пари на потужність турбіни. Література: [1] с. 258-262; [4] с. 169-173
7	Тема 3.1. Статика регулювання парових турбін. Лекція 7. Задачі регулювання. Принципова схема непрямого регулювання. Кількісне (соплове), якісне (дросельне) регулювання турбін. Статична характеристика органів паророзподілення. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 196-198, [5] с. 21-27.
8	Лекція 8. Регулюючі клапани. Розрахунок перетинів регулюючих клапанів. Статична характеристика регулюючих клапанів. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 196-198, [5] с. 21-27.
9	Лекція 9. Статична характеристика регулятора. Ступінь нерівномірності та степінь нечутливості системи регулювання. Сервомотори. Золотники. Статична характеристика передавального механізму. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 196-198, [5] с. 21-27.
10	Лекція 10. Статична характеристика регулювання. Діаграма 4-х квадрантів. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 198-200, [5] с. 21-27.
11	Лекція 11. Засоби змінення регульованих параметрів. Паралельна робота турбогенераторів. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 198-200, [5] с. 21-27.
12	Тема 3.2. Динаміка регулювання парових турбін. Лекція 12. Динаміка регулювання ТУ АЕС. Диференціальні рівняння руху основних елементів САР. Література: [2] с. 82-84; с. 89-93; [3] с. 195-215; [2] с. 141-163; [4] с. 372-373, [2] с. 163-173; [4] с. 373-375.

13	Лекція 13. Рівняння руху ротору. Рівняння руху регулятора. Рівняння руху сервомотору та золотнику. Література: [2] с. 82-84; с. 89-93; [3] с. 195-215; [2] с. 141-163; [4] с. 372-373, [2] с. 163-173; [4] с. 373-375.
14	Лекція 14. Описання САР. Характеристичний поліном. Передаточна функція ланки. Передаточна функція розімкнутої та замкнутої САР. Література: [2] с. 118-120; с. 107-110; [4] с. 287-290, [2] с. 93-95; с. 102-104; [4] с. 347-350, [2] с. 95-99; с. 104-107; [4] с. 350-356.
15	Лекція 15. Необхідні та достатні умови усталеності систем регулювання. Критерії усталеності систем регулювання. Література: [2] с. 118-123; с. 107-117; [4] с. 287-298, [2] с. 93-95; с. 102-104; [4] с. 347-350, [2] с. 95-99; с. 104-107; [4] с. 350-356.
16	Лекція 16. Динамічна характеристика регулювання. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 198-206, [5] с. 21-27.
17	Тема 3.3. Захист парових турбін. Лекція 17. Захист турбін (від підвищення частоти обертів, осьового зсуву, погіршення вакууму в конденсаторі та інші). Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 208-210, [5] с. 21-27.
18	Тема 3.4. Системи масло постачання. Лекція 18. Схеми масло постачання турбін. Конструктивні елементи систем масло постачання. Література: [4] с. 196-213; [4] с. 210-213, [6] с. 12-110; с. 130-217.
19	Тема 4.1. Турбіни комбінованого виробітку енергії. Лекція 19 Турбіни з протитиском. Турбіни з одним регульованим відбором пари. Турбіни з протитиском та регульованим відбором пари. Література: [1] с. 310-325; [4] с. 175-178.
20	Лекція 20. Турбіни з двома регульованими відборами пари. Турбіни з двома опалювальними відборами пари. Література: [1] с. 326-349; [4] с. 178-184.
21	Тема 4.2. Парові турбіни АЕС. Лекція 21. Особливості робочого процесу волого-парових турбін. Вибір основних параметрів турбоустановок (параметрів системи зовнішньої сепарації та проміжного перегріву пари, початкових параметрів пару та температури питної води). Література: [3] с. 13-21; [2] с. 256-260; [5] с. 21-23.
22	Лекція 22. Особливості конструкції турбін АЕС та їх окремих елементів. Вимоги до якості металу основних деталей турбін АЕС. Засоби зменшення вологості. Література: [3] с. 21-27; [2] с. 260-269; [5] с. 24-27, [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [5] с. 21-27.
23	Тема 5.1. Принципова схема конденсаційної установки та розрахунок конденсатора Лекція 23. Схема конденсаційної установки та її елементи. Тепловий процес в конденсаторі. Основи теплового розрахунку конденсатора. Література: [2] с. 158-185; [4] с. 185-192, [5] с. 203-215.
24	Тема 5.2. Конструктивні особливості конденсаційної установки Лекція 24. Конструкція конденсаторів. Повітряні, конденсатні та циркуляційні насоси. Література: [2] с. 158-185; [5] с. 203-215.
25	Тема 6.1. Конструкція сучасних парових турбін Лекція 25. Основні принципи конструювання. Конструкція сучасних парових турбін. Література: [4] с. 214-229; [2] с. 204-233; с. 241-255.
26	Тема 6.2. Конструкція та розрахунки на міцність основних елементів ротора турбін. Лекція 26. Розрахунок робочих лопаток на вібрацію. Конструкція та розрахунок на міцність дисків парових турбін (диск незмінної товщини зі ступицею, диск конічного профілю). Метод розрахунків дисків. Розрахунок на міцність валів парових турбін. Розрахунок вала на критичну частоту обертів. Література: [4] с. 304-310, [7] с. 116-165; с. 276-342; с. 343-442.
27	Тема 6.3. Конструкція та розрахунки на міцність основних елементів статора турбін. Лекція 27. Міцність корпусів турбін. Розрахунок на міцність діафрагм (сталевих зварювальних, чавунних з замінами сталевими лопатками). Література: [4] с. 326-328, [7] с. 116-165; с. 276-342; с. 343-442.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Дослідження змінного режиму роботи парових турбін.	2
2	Дослідження паророзподільних та регулюючих клапанів для соплового паророзподілення.	2
3	Валопровід парової турбіни та його робота Бойковий автомат безпеки.	4
4	Статична характеристика регулювання ПТУ.	2
5	Динамічна характеристика передавального механізму парової турбіни.	2
6	З'єднувальні муфти та валоповоротні пристрої	2
7	Конструкція та робота корпусів парових турбін	2
8	Конструкція та робота органів паророзподілу.	2
	Всього	18

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	2	3
1	Експериментальні залежності для визначення витрати пари в ущільненнях. Методи видалення вологи (активні та пасивні).	4
2	Змінний режим роботи турбінного ступеня. Сітка Щегляєва. Розрахунок турбінного ступеню при змінному режимі роботи. Конструктивне виконання соплового паророзподілення турбіни К-200-130, К-300-240. Література: [1] с. 211-224; [4] с. 147-152	10
3	Приклад розрахунку змінних режимів роботи парових турбін. Література: [1] с. 258-262; [4] с. 169-173	12
5	Схема регулювання та Р-Г діаграма парової турбіни К-200-130. Регулятори швидкості. Регулятори тиску. Схема регулювання та Р-Г діаграма парової турбіни К-300-240. Схема регулювання парової турбіни К-1000-60/1500. Схема регулювання парової турбіни К-220-44. Схема регулювання парової турбіни К-1000-65/3000. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 196-198, [5] с. 21-27.	6
6	Лінеаризація диференціальних рівнянь. Рівняння руху ємності постійного та змінного об'єму. Дослідження на усталеність систем прямого регулювання. Вплив фактору саморегулювання. Дослідження на усталеність систем непрямого регулювання. Динамічні процеси при скиданні навантаження. Література: [2] с. 82-84; с. 89-93; [3] с. 195-215; [2] с. 141-163; [4] с. 372-373, [2] с. 163-173; [4] с. 373-375, [5] с. 217-218..	6
7	Електрогідравлічні САР. Конструктивні схеми регулювання турбін КТЗ, ЛМЗ, ХТЗ, ТМЗ та їх особливості. Література: [3] с. 13-27; [2] с. 256-269; [4] с. 208-210, [5] с. 21-27.	4
8	Конструктивні схеми масло постачання турбін КТЗ, ЛМЗ, ХТЗ, ТМЗ та їх особливості. Література: [4] с. 196-213; [4] с. 210-213, [6] с. 12-110; с. 130-217.	4
9	Діаграми режимів турбіни з протитиском, з одним регульованим відбором пари, з протитиском та регульованим відбором пари. Діаграми режимів турбіни з двома регульованими відборами пари, з двома опалювальними відборами пари. Література: [1] с. 310-325; [4] с. 175-178.	4
10	Принципові схеми, основні характеристики волого-парових турбін АЕС (К-220-44, К-1000-65/3000). Література: [3] с. 13-21; [2] с. 256-260; [5] с. 21-23.	4
11	Паровий опір конденсатора. Переохолодження конденсату. Водяна та повітряна щільність конденсату. Література: [2] с. 158-185; [4] с. 185-192, [5] с. 203-215.	2

12	Питання експлуатації конденсаційних установок. Література: [2] с. 158-185; [5] с. 203-215.	2
13	Конструкція робочих лопаток парових турбін та розрахунки їх на міцність (визначення розтягуючих та згинаючих напруг). Визначення моменту інерції профілю лопатки. Розрахунки на міцність лопаткових хвостовиків . Література: [4] с. 214-229; [2] с. 204-233; с. 241-255.	6
14	Матеріали, які застосовуються для вироблення робочих лопаток, дисків, валів парових турбін. Література: [4] с. 304-310 , [7] с. 116-165; с. 276-342; с. 343-442.	4
15	Матеріали, які застосовуються для вироблення корпусів, діафрагм парових турбін. Література: [4] с. 326-328 , [7] с. 116-165; с. 276-342; с. 343-442.	4
	Всього СРС	72

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги викладача до студентів:

- Відвідувати лекційні і лабораторні заняття;
- Виконувати завдання, поставлені на лабораторних роботах, і вчасно їх здавати;
- Максимальна кількість балів при невчасному складанні модульних контрольних зменшується вдвічі;
- Максимальна кількість балів при невчасній здачі результатів розрахунків за лабораторними роботами зменшується вдвічі.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) активну участь у роботі на лабораторних заняттях (9 відповіді);
- 2) виконання модульної контрольної роботи;
- 3) виконання завдань СРС по лабораторним заняттям;
- 4) відповіді на екзамені.

Система рейтингових балів

Система оцінки успішності за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочою навчальною програмою:

	кількість	бали		сума балів
Практичні заняття	0	відповіді на занятті	0	
Домашні завдання	9	виконане д.з.	0,5	15
Лабораторні заняття	9	робота на занятті	3x4	
		захист	3	15
МКР	1		30	30
Сума вагових балів контрольних заходів				60

Шкала балів за відповідні рівні оцінювання з кожного виду контролю.

1. МКР:

Модульна контрольна робота. (20 балів)

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 20-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 5-0 балів.

2. Практичне заняття (з розрахунку чотири питання всього 10 балів):

- «відмінно», творче розкриття питань, вільне володіння матеріалом – 10-9 балів;

- «добре», глибоке розкриття питань – 8...4 балів;
- «задовільно», не достатньо повне розкриття питань, достатня робота на практичному занятті – 2...4 бали.

3. Лабораторна робота (з розрахунку виконання 4 лабораторних робіт):

- за умови гарної роботи (2 бали), правильно оформленого протоколу (1 бал), гарного і своєчасного захисту роботи (3 балів) – 15 балів;
- за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції нараховуються штрафні бали (- 1 бал по кожній позиції).

За кожний тиждень запізнення з поданням виконаного завдання на СРС (домашні роботи) чи захист лабораторної роботи від встановленого терміну оцінка знижується на один бал.

Заохочувальні і штрафні бали:

	бали
1. Несвоєчасне виконання завдання СРС, розрахункової роботи	-1
2. Не своєчасне виконання лабораторної роботи	-1
3. Не своєчасний захист лабораторної роботи, розрахункової роботи	-1
4. Відсутність на лекції або на практичних заняттях без поважних причин	-2
5. Ведення конспекту лекцій	1...5
Сума заохочувальних і штрафних балів R_s	10

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 26 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 12 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 31 бал. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15.

Максимальна сума балів стартової складової складає 60. Необхідною умовою допуску до екзамену є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС, захист лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

На екзамені студенти виконують екзаменаційну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одну задачу. Перелік питань наведений у додатку до робочої навчальної програми дисципліни. Кожне теоретичне питання оцінюється по 10 балів, а задача – 20 балів.

Додаткове питання з тем лекційного курсу та практичних занять отримують студенти, які не брали участі у роботі певного практичного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 4 бали.

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 (9-10) балів;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 14-17 (7-8) балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 13 (6) балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 12 (5) балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею

$R_D = R_C + R_E$	Оцінка ECTS
$95 \leq R_D \leq 100$	A - відмінно
$85 \leq R_D \leq 94$	B – дуже добре
$75 \leq R_D \leq 84$	C - добре
$65 \leq R_D \leq 74$	D - задовільно

$60 \leq R_D \leq 64$	Е - достатньо
$R_D \leq 59$	F _X - незадовільно
Не зараховано завдання на СРС, або є не зараховані лабораторні роботи, або $R_C \leq 30$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль розміщено у campus за посиланням https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&ir_own;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д. т. н., проф., Черноусенко Ольгою Юріївною

Ухвалено кафедрою ТЕУТ та АЕС (протокол № 19 від 18.06.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 24.06.2021)